

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3739753 A1

⑳ Aktenzeichen: P 37 39 753.2  
㉑ Anmeldetag: 24. 11. 87  
㉒ Offenlegungstag: 8. 6. 89

⑤1 Int. Cl. 4:  
B 29 C 67/14

B 64 C 1/06  
B 64 C 3/18  
B 63 B 5/24  
B 62 D 29/04

DE 3739753 A1

㉑1 Anmelder:  
Dornier GmbH, 7990 Friedrichshafen, DE

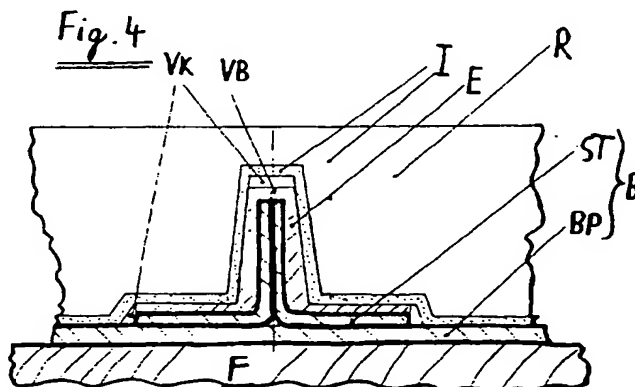
㉑2 Erfinder:  
Benz, Detlef, Dipl.-Ing., 7997 Immenstaad, DE;  
Reichle, Anton, 7758 Stetten, DE; Taufenbach,  
Norbert, Dipl.-Ing., 7778 Markdorf, DE; Kloiber,  
Alfred, 7997 Immenstaad, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Herstellen von Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen

Verfahren zum Herstellen von Bauteilen (B) aus faserverstärkten Kunststoffen, insbesondere von Bauteilen (B), die mit Stringern (ST) oder Rippen (R) versteift sind, mit den Verfahrensschritten:

- Herstellen eines Formdruckstücks - zum Beispiel über einem Simulat (S) - dessen Innenkontur der des Bauteils (B) entspricht,
  - Einbringen und Auflegen von unausgehärtetem faserverstärktem Kunststoff in und auf das Formdruckstück,
  - Auflegen auf eine ebene Form (F) oder eine gekrümmte Formmulde, oder Auflegen der Form (F) oder der Formmulde auf das Formdruckstück,
  - Aushärten des Bauteils (B) im Autoklaven,
  - Entfernen des Formdruckstücks,
- wobei das Formdruckstück aus Metall oder aus dem Kunststoff besteht, aus dem das Bauteil (B) hergestellt wird und so dimensioniert ist, daß es ein starres Innendruckstück (I) bildet.



DE 3739753 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der DE-PS 36 05 256 ist ein Verfahren bekannt, bei dem eine faserverstärkte, elastische Matte als formgebendes Druckstück (Formdruckstück) im Autoklaven verwendet wird. Das elastische Material der Matte begrenzt die Höhe der Autoklaventemperatur unter die Zersetzungstemperatur des Elastomers und führt zwar zu maßhaltigen, fasergerechten Endprodukten, da keine Quetschungen entstehen, kann aber an der Innenseite des Bauteils nicht alle optischen Ansprüche an die Oberflächenglätte erfüllen.

Aufgabe der Erfindung ist es, das genannte Verfahren dahingehend abzuändern, daß die Maßhaltigkeit und die Oberflächengüte der Bauteile nochmals verbessert werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit dem Verfahren des Anspruchs 1 gelöst.

Ausgestaltungen des Verfahrens sind Gegenstände von Unteransprüchen.

Anwendungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand eines weiteren Unteranspruchs.

Kern der Erfindung ist das Ergänzen des bekannten elastischen Formdruckstück durch ein starres Innendruckstück, das entweder aus Metall oder aus dem gleichen Werkstoff wie das Bauteil besteht. Das Innendruckstück kann damit bei Härtetemperaturen eingesetzt werden, die für die Härtung des Bauteils notwendig sind. Dies ist besonders bei Hochtemperaturwerkstoffen (zum Beispiel Polyimid) von Bedeutung. Durch den Einsatz gleicher Werkstoffe für Innendruckstück und Bauteil ist eine optimale Dehnungsverträglichkeit bei der Härtung vorhanden. Dadurch verringern sich die inneren Spannungen im Bauteil nach der Härtung und es treten gleichzeitig keine Längendehnungsänderungen auf. Die Kosten zur Herstellung des Innendruckstücks sind sehr gering. Durch das Innendruckstück wird eine sehr genaue Innenkontur des Bauteils geschaffen. Mit dem Innendruckstück kann eine sehr kostengünstige Vakuumabdichttechnik und Entformtechnik vom Bauteil durchgeführt werden. Das Innendruckstück kann, insbesondere bei Polyetheretherketon PEEK-Bauteilen, auch aus einem der Innenkontur entsprechend geformten Metallblech bestehen. Das Metall kann konventionell hergestellt (gebogen) sein oder eine Blechhaut, die galvanisch über einem geeigneten Bauteilmodell hergestellt worden ist.

In einer Ausführungsform enthält das Innendruckstück eine oder mehrere handelsübliche Dichtlagen oder Dichtfolien. Die Dichtlagen sind vakuumdicht und verbinden sich beim Aushärten mit dem Kunststoff zu dem Innendruckstück. Möglich ist weiterhin die Verwendung von einer oder mehreren zusätzlichen Dichtlagen, die unabhängig vom Innendruckstück aufgelegt werden. Es können sowohl Dichtlagen verwendet werden, die sich mit dem Innendruckstück verbinden als auch solche, die davon getrennt bleiben.

Das starre Innendruckstück erlaubt den Verzicht auf Stützkonstruktionen auf der Innenseite des Bauteils. Mit dem erfindungsgemäßen starren Innendruckstück lassen sich neben Bauteilen, die mit A-förmigen Stringern verstärkt sind, auch solche Bauteile herstellen, die mit U-, T- oder Z-förmigen Stringen verstärkt sind. In jedem Fall wird eine hohe Paßgenauigkeit auch an der Innenseite der Stringer erreicht.

Zur Herstellung von Bauteilen mit T-förmigen Stringern können konische Entformleisten verwendet werden, die das Abziehen des Innendruckstücks vom fertigen Bauteil wesentlich erleichtern.

Anstelle der bisher bekannten vakuumführenden Matte können erfindungsgemäß auch Vakuumkanäle bei der Aushärtung verwendet werden. Die Vakuumkanäle können beliebig angeordnet sein, werden bevorzugt jedoch an den Spitzen oder Kanten der Stringer angeordnet. Ihre Herstellung kann dadurch erfolgen, daß bei der Herstellung des Innendruckstücks Beilagen auf das Simulat gelegt werden, deren Querschnitt den herzustellenden Vakuumkanälen entspricht.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Dichtrahmen verwendet, der das Innendruckstück oder eine darüberliegende Dichtlage vakuumführend am Rand der Form abschließt. Das Auflegen des Bauteils und das Abdichten vor dem Aushärten im Autoklaven kann damit wesentlich schneller durchgeführt werden.

Der Dichtrahmen kann auch so ausgebildet sein, daß er, in Zusammenarbeit mit einer Abdeckplatte einen oder mehrere Hohlräume an der Außenseite des Innendruckstücks bildet, in die Vakuum geleitet werden kann. Dadurch wird das an sich starre Innendruckstück leicht verformt und kann leicht und schnell vom fertigen Bauteil abgezogen werden.

Die Erfindung wird anhand von sechs Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 und 2 Herstellungsverfahren für das Innendruckstück,

Fig. 3 und 4 Herstellungsverfahren des Bauteils,

Fig. 5 eine Vakuumabdichttechnik beim Härten,

Fig. 6 eine Entformtechnik.

Fig. 1 zeigt eine mögliche Herstellung des Innendruckstücks *I*, das hier aus zwei Schichten kohlefaserverstärkten Kunststoffes *C* und einer Dichtlage *D* (zum Beispiel einer handelsüblichen Dichtfolie, die sich beim Aushärten mit den Harzschichten verbindet, auf der anderen Seite aber trennende Eigenschaften hat) besteht. Die das Innendruckstück *I* bildenden Schichten sind über ein Simulat *S* gelegt, das auf einer Form *F* dem zukünftigen Bauteil *B* entsprechend gebildet ist. Das Simulat *S* besteht hier aus Simulaten *SBP* für die Beplankung, aus Simulaten *SST* für die Springer und aus Simulaten *SR* für die Rippen oder Spanten. Möglich ist die Verwendung einer zweiten Dichtlage *D* 2, entweder, wie gezeichnet, auf dem Innendruckstück *I* oder unter ihm.

Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform zur Herstellung eines Innendruckstücks *I*. Das Innendruckstück besteht wieder aus den Schichten Dichtlage *D* und zwei Kohlefaser-Kunststofflagen *C*. Zusätzlich sind hier konische Entformleisten *E* verwendet, die ein leichteres Entformen des Innendruckstücks *I* von den Stringern nach dem Aushärten ermöglichen. Gezeigt sind weiter Beilagen *BL*, die im fertigen Innendruckstück *I* die Vakuumkanäle für die Vakuumführung zwischen dem Bauteil und dem Innendruckstück ermöglichen. Wie der Fig. 2 zu entnehmen ist, können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Stringer und Rippen oder Spanten verstärkte Bauteile auch komplizierter Formgebung hergestellt werden.

Fig. 3 zeigt eine Ausführung zur Herstellung des Bauteils *B*, das hier aus Beplankung *BP*, Stringern *ST* und Rippen *R* besteht. Aufgrund der Starrheit des Innendruckstücks *I* sind, außer der die Außenseite des Bauteils bildenden Form *F* keine weiteren Stützkonstruktionen mehr notwendig.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführung zur Herstellung eines Bauteils *B*. Das Bauteil *B* besteht hier wiederum aus Schichten für die Beplankung *BP*, für die Stringer *ST* und für die, dazu senkrecht verlaufenden Rippen *R*. Die Stringer *ST* haben hier T-Form. Zur leichteren Entformung sind Entformleisten *E* an die Stringer angelegt. Zur Vakuumführung dienen die Vakuumkanäle *VK* an der Oberseite und an den Kanten der aufgesetzten Stringer. Zum Abführen von Gasblasen oder überflüssigem Harz dienen auch die Vakuumbohrungen *VB* in den Entformleisten, die das Bauteil *B* mit den Vakuumkanälen *VK* verbinden.

Fig. 5 zeigt eine erfindungsgemäße Möglichkeit zur Vakuumabdichtung beim Härten. Dazu wird erfindungsgemäß ein Dichtrahmen *DR* verwendet, der in einer Vertiefung am Rand der Form *F* liegt und mit Gummidichtungen *G* gegenüber der Form abgedichtet ist. Der Dichtrahmen liegt über dem Innendruckstück *I*. Der Rand der Form *F* weist einen Vakuumanschluß *VAH* zum Härten auf. Das Einlegen des Bauteils zusammen mit dem Innendruckstück und das Abdichten kann durch einfaches Auflegen des Dichtrahmens *DR*, also sehr schnell und kostengünstig, erfolgen. Beim Aushärten wird über den Vakuumanschluß *VAH* die Luft unter dem Innendruckstück *I* herausgezogen und das Bauteil *B* auf die Form *F* gepreßt. Gleichzeitig legt das Vakuum oder der Autoklavüberdruck das Innendruckstück *I* fest auf das Bauteil *B*. Dies erfolgt vorallem auch an den senkrecht stehenden Stringerseitenteilen.

Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführung der Erfindung, die das Entformen des Bauteils *B* nach dem Aushärten erleichtert. Dazu ist die Abdeckplatte *A* vorgesehen, die einen Vakuumanschluß *VAE* zum Entformen aufweist. Die Abdeckplatte *A* greift auf den Dichtrahmen *DR* und bildet, mit Hilfe der Gummidichtung *G* einen oder mehrere vakuumführende Räume im Außenbereich des Innendruckstücks *I*. Nach der Aushärtung wird das Vakuum am Vakuumanschluß *VAH* aufgehoben und dafür über den Anschluß *VAE* ein Vakuum in den Räumen außerhalb des Innendruckstücks *I* erzeugt. Dadurch wird das Innendruckstück *I* vom fertigen Bauteil *B* abgezogen (Pfeile). Die Verformung des starren Innendruckstücks *I* ist in dieser Zeichnung übertrieben gezeigt. Das Innendruckstück *I* wird gleichzeitig zusammen mit dem Dichtrahmen von der Form *F* abgehoben. Die sonst zeitaufwendige Entfernung wird mit diesem Verfahren wesentlich vereinfacht.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Bauteilen (*B*) aus faserverstärkten Kunststoffen, insbesondere von Bauteilen (*B*), die mit Stringern (*ST*) oder Rippen (*R*) versteift sind, mit den Verfahrensschritten:
  - a) Herstellen eines Formdruckstücks — zum Beispiel über einem Simulat (*S*) — dessen Innenkontur der des Bauteils (*B*) entspricht,
  - b) Einbringen und Auflegen von unausgehärtetem faserverstärktem Kunststoff in und auf das Formdruckstück,
  - c) Auflegen auf eine ebene Form (*F*) oder eine gekrümmte Formmulde, oder Auflegen der Form (*F*) oder der Formmulde auf das Formdruckstück,
  - d) Aushärten des Bauteils (*B*) im Autoklaven,
  - e) Entfernen des Formdruckstücks,
 dadurch gekennzeichnet, daß das Formdruckstück aus Metall oder aus dem Kunststoff besteht,

aus dem das Bauteil (*B*) hergestellt wird und so dimensioniert ist, daß es ein starres Innendruckstück (*I*) bildet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Innendruckstück (*I*) eine oder mehrere Dichtlagen (*D*) enthält.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Dichtlage (*D* 2) mit vakuumführender Schicht verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß, insbesondere bei T-Stringern (*ST*), konische Entformleisten (*E*) verwendet werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Herstellung des Innendruckstücks (*I*) Beilagen (*BL*) zum Erzeugen von Vakuumkanälen (*VK*) verwendet werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Dichtrahmen (*DR*) verwendet wird, der das Innendruckstück (*I*) oder eine darüberliegende Dichtlage (*D*, *D* 2) vakuumführend am Rand der Form (*F*) oder der Formmulde anschließt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abdeckplatte (*A*) zum Entformen verwendet wird, die zusammen mit dem Dichtrahmen (*DR*) ein Abheben des Innendruckstücks (*I*) vom Bauteil (*B*) mittels Vakuum ermöglicht.
8. Strukturbauteil oder Tragwerksteil eines Flugzeugs, eines Flugkörpers, eines Raumfahrzeuges, eines Landfahrzeugs oder eines Wasserfahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, daß es nach einem der vorstehenden Verfahren hergestellt ist.

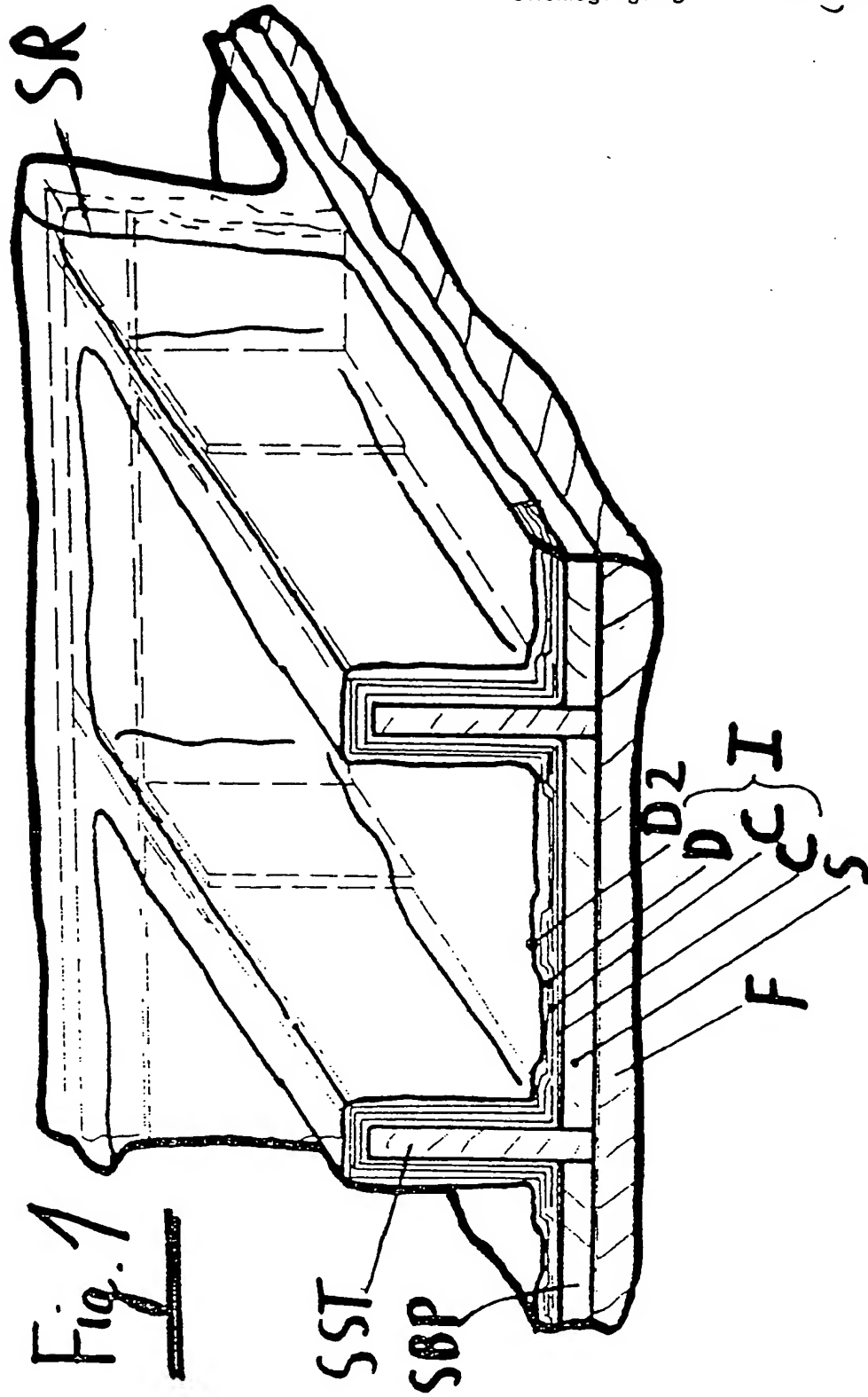
— Leerseite —

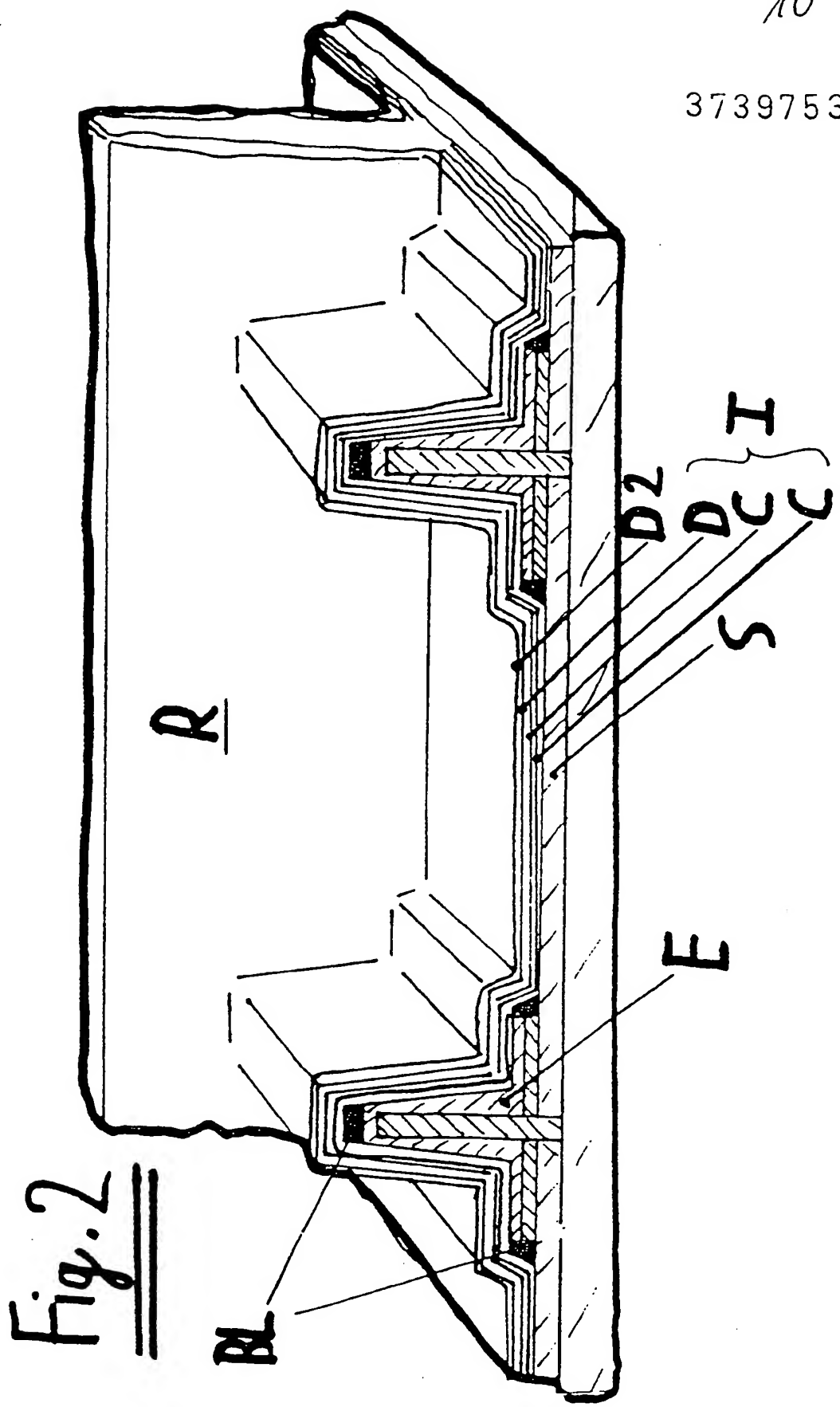
3739753

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

Fig.: 1: 1  
37 39 753  
B 29 C 67/14  
24. November 1987  
8. Juni 1989

9





3739753

M

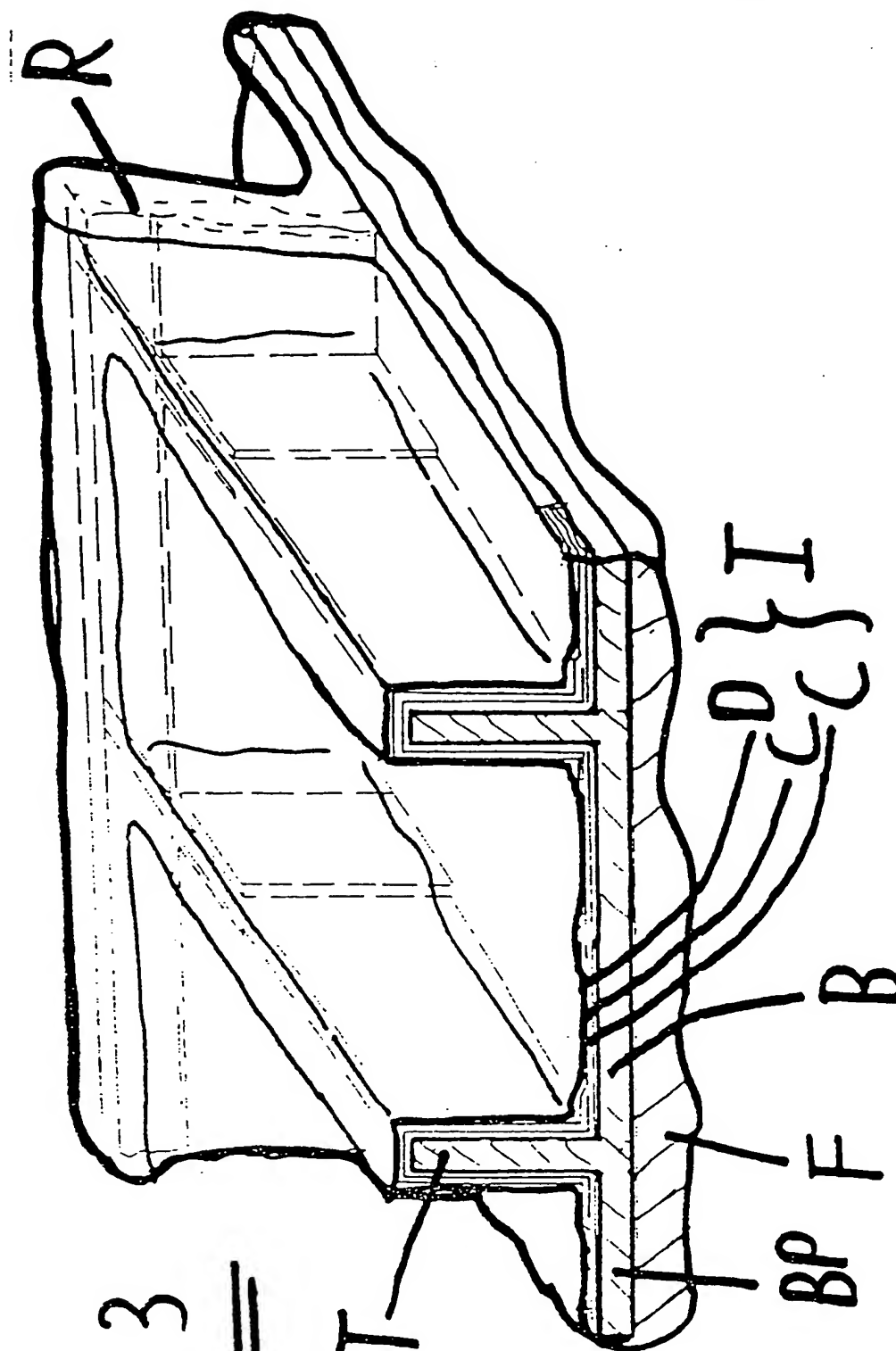
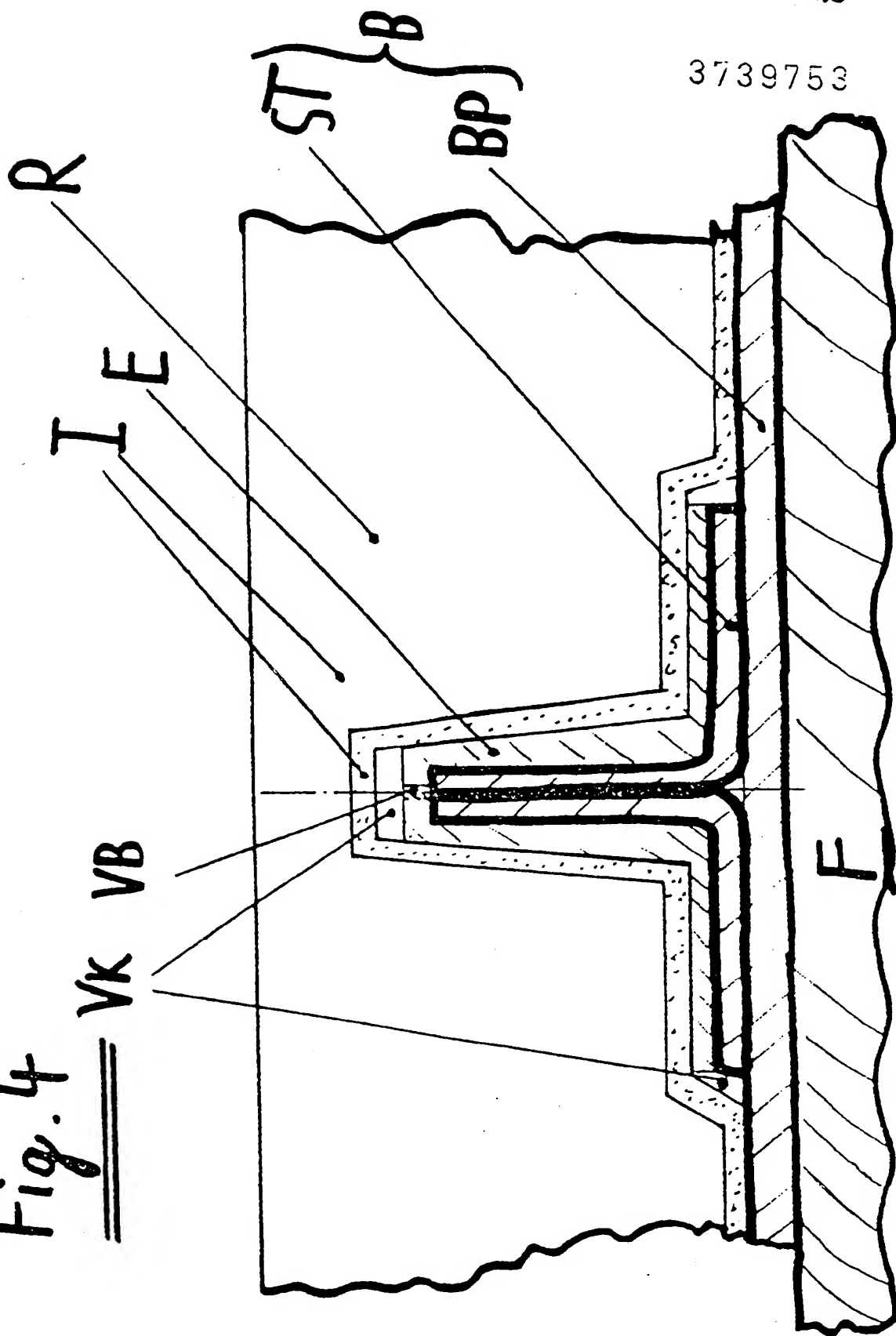


Fig. 4

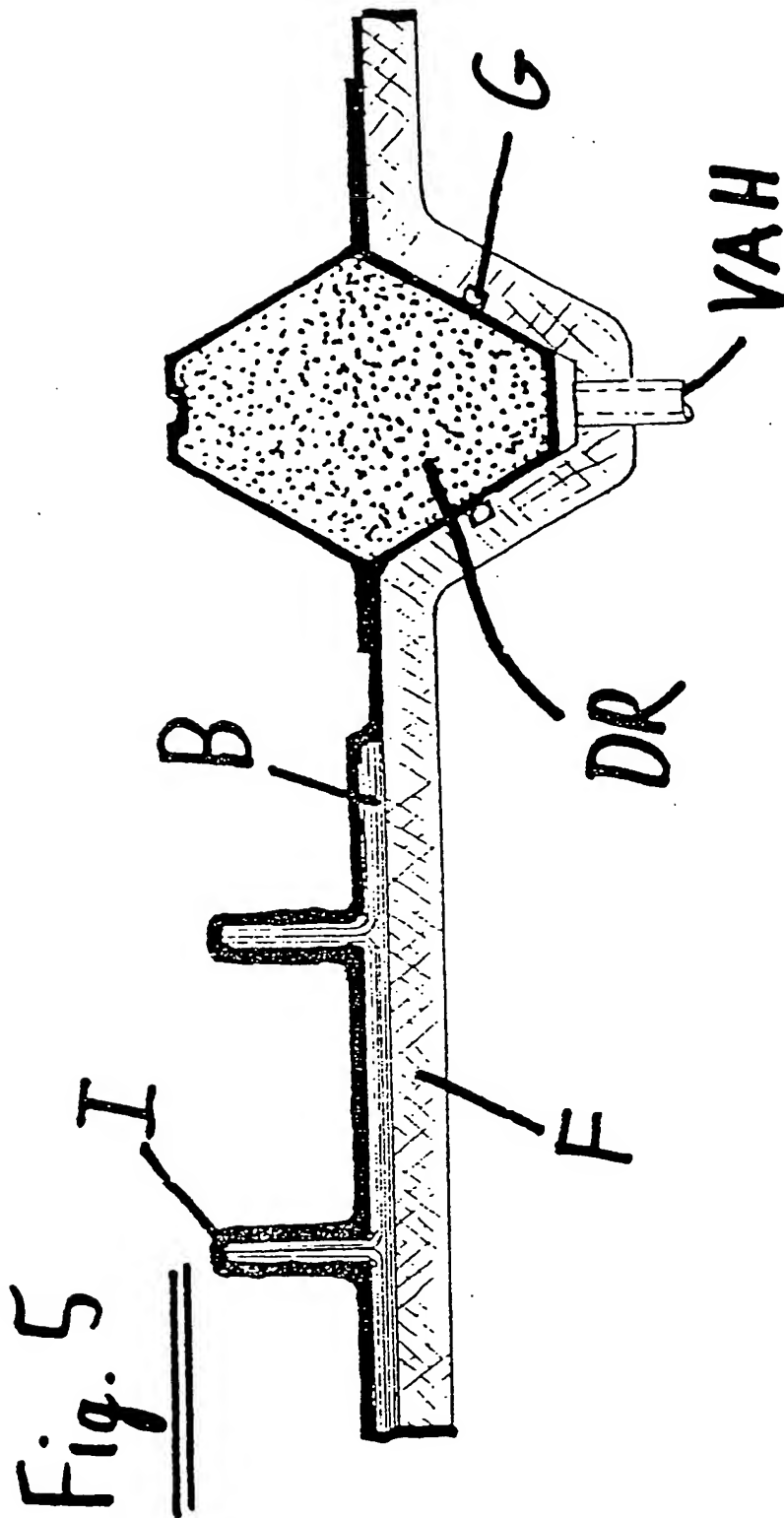


3739753

12



3739753



14\*

3739753

